

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-111211  
(P2002-111211A)

(43) 公開日 平成14年4月12日 (2002.4.12)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 5 K 3/46		H 0 5 K 3/46	H 4 E 3 5 1
1/09		1/09	S 5 E 3 4 6
			Z

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号	特願2000-296940 (P2000-296940)
(22) 出願日	平成12年9月28日 (2000.9.28)

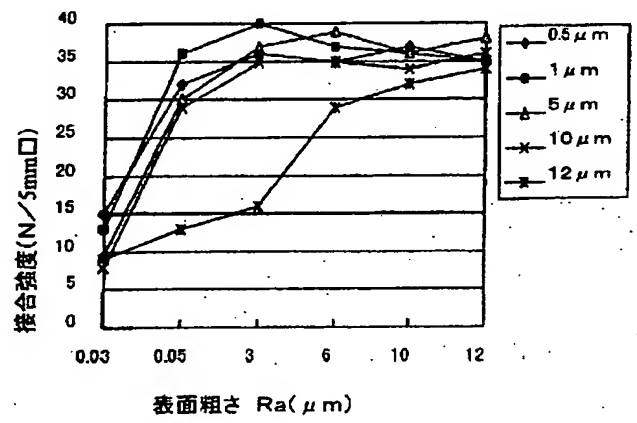
(71) 出願人 000006633  
京セラ株式会社  
京都府京都市伏見区竹田島羽殿町6番地  
(72) 発明者 佐々木 康博  
鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内  
(72) 発明者 寺尾 慎也  
鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内  
Fターム(参考) 4E351 AA09 AA09 BB01 BB35 DD04  
DD10 DD19 DD37 GG02 GG04  
5E346 CC16 CC32 CC34 CC37 CC41  
DD02 EE18 GG27 GG28 HH07  
HH11 HH17 HH31

(54) 【発明の名称】 セラミック配線基板

(57) 【要約】

【課題】 金属板とセラミック絶縁基板の接合において、ろう材による接合の安定性に優れ、金属板の接合強度の高いセラミック配線基板を提供する。

【解決手段】  $Al_2O_3$ 、 $AlN$ 、 $Si_3N_4$ などのセラミック絶縁基板1の表面に、 $Al$ 又は $Cu$ のいずれかを主成分とする金属板2をろう材4によって接合することによって配線あるいはヒートシンクが形成されたセラミック配線基板Aであって、セラミック絶縁基板1の金属板2との接合部表面の中心線平均粗さ ( $Ra$ ) が0.05~10  $\mu m$ であるとともに、基板1表面にろう材との濡れ性に優れた $Al$ や $Ni$ などの金属層3を1~10  $\mu m$ の厚みで形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】セラミック絶縁基板の表面に、Al又はCuのいずれかを主成分とする金属板をろう材からなる接合層を介して接合することによって配線層あるいはヒートシンクが形成されたセラミック配線基板であって、前記セラミック絶縁基板の前記金属板との接合部表面の中心線平均粗さ(Ra)が0.05~10 $\mu$ mであるとともに、前記セラミック配線基板表面にろう材との濡れ性に優れた金属層を1~10 $\mu$ mの厚みで形成してなることを特徴とするセラミック配線基板。

【請求項2】前記セラミック絶縁基板が、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、AlN、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>の群から選ばれる少なくとも1種からなることを特徴とする請求項1記載のセラミック配線基板。

【請求項3】前記ろう材との濡れ性に優れた金属層が、Al、Ni、Cuの群から選ばれる少なくとも1種からなることを特徴とする請求項1または請求項2記載のセラミック配線基板。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、セラミック絶縁基板の表面に、半導体素子の他にコンデンサや抵抗体等の各種電子部品が搭載される混成集積回路基板や、パワーモジュール基板等のセラミック絶縁基板の表面に配線やヒートシンクを形成してなるセラミック配線基板に関するものである。

## 【0002】

【従来技術】従来、半導体素子収納用パッケージや混成集積回路基板等に用いられる配線基板は、一般にアルミナ質焼結体等の電気絶縁性のセラミック焼結体から成るセラミック絶縁基板を用い、その内部及び表面に、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、マンガン(Mn)等の高融点金属から成る複数の配線層を配設すると共に、各配線層を絶縁基板内に設けた前記高融点金属から成るビアホール導体で接続した構造を成している。さらに低抵抗配線が必要となる回路には、セラミック絶縁基板の表層にCuペーストを印刷し、融点より低い温度で焼成しCu厚膜配線を形成する。さらに、Cu厚膜配線に対応できない大電流用配線や、パワー素子等、熱を放散するためヒートシンクを必要とする場合、AlやCuからなる金属板を、銀ろう系、Alろう系等のろう材や半田等でセラミック絶縁基板表面に接合して形成されている。

【0003】また、高熱伝導性が要求されるパワーモジュール基板等は、熱伝導性の優れたAlN基板、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>基板に、上記同様の接合法でAl又はCuからなる金属板を接合して配線やヒートシンクが形成される。そして、これらの配線層表面に半田濡れ性の優れた金属層をめっき等により形成して、各種電子部品が半田実装され、回路が形成される。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、AlやCuなどの金属板を接合してなるセラミック絶縁基板において、ろう材等の接合層の厚みバラツキや、接合層中のボイドや、金属板と接合層間の界面におけるボイドの存在により、金属板とセラミック絶縁基板の接合状態が悪いと、接合信頼性の劣化や電子部品等の電氣的接続や熱伝導性が悪化するという問題があった。

【0005】特に、セラミック絶縁基板においては、その表面状態によってろう材との濡れ性等が変化し、金属板をろう付けした場合の接合強度が低下するなどの問題があった。

【0006】本発明は、前記課題を解消せんとして成されたもので、その目的は、金属板とセラミック絶縁基板の接合において、ろう材による接合の安定性に優れ、金属板の接合強度の高いセラミック配線基板を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、金属板と接合するセラミック絶縁基板表面の表面粗さを中心線平均粗さ(Ra)で0.05~10 $\mu$ mとするとともに、セラミック絶縁基板表面にろう材の濡れ性が向上するようにセラミック表面に1~10 $\mu$ mの厚さの金属層を形成して、セラミック絶縁基板—金属層—ろう材—金属部材の接合構造を形成することによって、セラミック絶縁基板に対するろう材の濡れ性が常に安定し、金属板の接合強度を高めることができる。

【0008】つまり、本発明のセラミック配線基板によれば、金属板と接合するセラミック絶縁基板表面の表面粗さ(Ra)を0.05~10 $\mu$ mとすることによって、アンカー効果による物理的接合が安定するため、金属板とセラミック絶縁基板のろう剤を介した接合信頼性が向上する。さらにろう材とセラミック絶縁基板との間に存在する金属層の厚みを1~10 $\mu$ mとすることにより、ろう材との濡れ性を改善することによって金属板を強固に接合することができる。これによって、配線層やヒートシンクとして機能する金属板による電氣的接続信頼性や熱放散性を高めることができる。

## 【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明のセラミック配線基板を図面に基づき詳細に説明する。図1は、本発明のセラミック配線基板の一実施例を示す斜視図であり、図2は図1のセラミック配線基板の断面図である。

【0010】図1のセラミック配線基板Aによれば、複数の絶縁層1a~1cを積層してなるセラミック絶縁基板1の表面に金属板2を接合して配線層2が形成してなり、配線基板Aにおける配線層2の表面あるいはセラミック絶縁基板1の所定の部分に電子部品7が実装されている。セラミック絶縁基板1表面に形成された配線層2は、図2の断面図に示すように、セラミック絶縁基板1

の内部に形成されたビアホール導体5あるいは内部配線層6を経由して、絶縁基板1の他方の表面に導出されている。

【0011】本発明によれば、上記の配線層2を形成する金属板2は、図3の拡大断面図に示すように、セラミック絶縁基板1の表面にろう材との濡れ性に優れた金属層3が形成されており、この金属層3に対してろう材からなる接合層4を介して金属板2が接合された構造からなる。

【0012】本発明によれば、かかる接合構造において、セラミック絶縁基板1の配線層2を形成する金属板2を接合する表面の中心線平均粗さ(Ra)を0.05~10 $\mu$ mとすることが重要である。この表面粗さを限定したのは、Raが0.05 $\mu$ mより小さいと金属板2との接合強度が低く、またRaが10 $\mu$ mより大きいと金属層3が均一に形成されず、ろう材との濡れ性が悪化して、接合層4内部に空隙(ボイド)が発生し、金属板2との接合強度が低下してしまう。特に、上記の表面粗さ(Ra)は1.5~5 $\mu$ mが最適である。このような表面粗さは、通常、セラミック焼結体の表面をブラスト加工や研磨加工等によって容易に調整できるが、使用するセラミック原料粉末の粒径や、成形方法、および焼成条件などによって焼き上げ面を上記の表面粗さに制御することも可能である。

【0013】また、金属層3は、接合層4を構成するろう材との濡れ性に優れたものであれば、特に問わないが、ろう材の種類に応じて、Au、Ni、Cu、Agの群から適宜選択して形成することが望ましい。例えば、Al板を接合する場合にろう材としてAl-Si系ろうを用いた場合には、AlまたはNiが好適である。また、Cu板を接合する場合、ろう材としてAg-Cuを用いた場合には、CuまたはNiが好適である。

【0014】この金属層3は、AlやCuは蒸着やめっき法によって、またNiはめっき法等によって安易に形成することができる。

【0015】また、本発明によれば、この金属層3の厚みが1~10 $\mu$ mであることが重要である。これは、金属層の厚みが1 $\mu$ mよりも薄いと、金属層3をセラミック絶縁基板1表面に均一に形成できないためろう材の濡れ性が悪化してしまい、10 $\mu$ mよりも厚いとセラミック絶縁基板1との熱膨張差などによって金属層3の膨れや剥離の発生、さらにコストアップにつながる。この金属層3の厚みは、1.5~5 $\mu$ mが最適である。

【0016】また、接合層4を形成するろう材は、金属板2を構成するAlまたはCuの融点より低い温度で溶解し、良好に接続するものならいずれでもよいが、具体的には、Al板を接合する場合には、Al-Si系ろう材が、またCu板を接合する場合には、Al-Si系ろう材や、Ag-Cu系ろう材が好適に用いられるが、Al板を接合する場合に、Al-Si系ろう材にろう材の

融点を下げるためCuやSnを添加したものは厳しい環境下では腐食し劣化する恐れがあるため、耐環境性の点からCuやSnが1重量%以下のAl-Si系ろう材が好適である。

【0017】接合される金属板2としては、CuまたはAlから構成されるが、低抵抗化が要求される場合には、Cuを主成分とする金属が、また接合信頼性を高める上ではAlを主成分とする金属から構成することが望ましい。

【0018】また、前記絶縁基板1は一般にセラミック配線基板に適用されるアルミナ( $Al_2O_3$ )、ムライト( $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ )、窒化アルミニウム(AlN)、窒化珪素( $Si_3N_4$ )、炭化珪素(SiC)等を主成分とするセラミック焼結体であればいずれにも適用でき、その要求特性に応じて適宜使えなければよい。例えば、高熱伝導性が要求されるパワーモジュール基板では熱伝導性の点からAlNを主成分とするセラミック焼結体が好適である。また、強度が要求される場合には、 $Si_3N_4$ を主成分とするセラミック焼結体が好適に用いられる。安価に形成する場合には、 $Al_2O_3$ を主成分とするセラミック焼結体が好適に用いられる。また、多層化する上では、 $Al_2O_3$ またはAlNを主成分とするセラミック焼結体が好適である。

【0019】多層構造のセラミック配線基板を作製するための具体的な方法としては、例えば $Al_2O_3$ を主成分とするセラミック焼結体を例にとり説明すると、まずアルミナ( $Al_2O_3$ )、シリカ( $SiO_2$ )、マグネシア(MgO)、カルシア(CaO)等の原料粉末に周知の有機性バインダーと有機溶剤、可塑剤、分散剤等を添加混合して調製した泥漿を、周知のドクターブレード法やカレンダーラウル法等のシート成形法により成形したセラミックグリーンシートに所定の打ち抜き加工を施すと共にこれを複数枚積層し、1550~1800 $^{\circ}$ Cの温度で焼成することにより得られる。

【0020】また、ビアホール導体5は、タングステン(W)やモリブデン(Mo)、レニウム(Re)、コバルト(Co)等の高融点金属を主成分とするものが挙げられ、特に絶縁基板1との熱膨張率の整合性及びコストの点からはW、Moが好適である。

【0021】一方、セラミック絶縁基板1と同時に焼成して形成される内部配線層6については、上記スルーホール導体と同様の高融点金属が使用できる。更にセラミック絶縁基板1の表面において、熱伝導性や低抵抗配線が必要とされる場合、ポストファイヤー法やメッキ法により銅(Cu)、銀(Ag)、ニッケル(Ni)、アルミニウム(Al)の群から選ばれる少なくとも1種で形成できる。

【0022】セラミック絶縁基板が $Al_2O_3$ 、AlN、 $Si_3N_4$ の場合、前記同時焼成の場合には焼成温度と融点の関係からWが好適である。

【0023】このようにして形成された多層化したセラミック配線基板に対して、蒸着法やメッキ法によって金属層3を1~10 $\mu$ mの厚みで形成した後、所定のろう材を塗布して金属板2を重ねた後、リフロー炉にてAl、Cu板をAlSiろう材で接合する場合には、500~610℃、Cu板をAgCuろう材で接合する場合には、800~900℃で加熱することによって金属板2をセラミック絶縁基板1の表面に接合することができる。

#### 【0024】

##### 【実施例】実施例1

次に、以下のようにして本発明の配線基板を評価した。評価にあたっては、絶縁基板としてAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>焼結体からなる絶縁基板を用いた。まずAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉末に、SiO<sub>2</sub>、CaO、MgOの粉末を合計で5重量%を添加したAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>組成物にアクリル系の有機性バインダーと可塑剤、溶剤や分散剤を添加混合して泥漿を調整し、該泥漿をドクターブレード法により厚さ約300 $\mu$ mのシートに成形した。このセラミックグリーンシートを複数枚積層後、1750℃で焼成し、厚さ1mmのセラミック絶縁基板を作製した。

【0025】次に、金属板を接合するセラミック絶縁基板表面を、ブラストと研磨加工を行ない、表面粗さ(Ra)が0.03~12.0 $\mu$ mの複数の基板を作製した。

【0026】その後、これら表面粗さが異なる各々のセラミック絶縁基板の金属板接合箇所に、蒸着法によって厚さが0.5~7.0 $\mu$ mのAlからなる金属層を形成した。そして、このAlの金属層の上にAlSiろうを介して、厚さ0.3mm、10mm $\square$ のAl板を真空雰囲気中600℃で熱処理し、接合した。

【0027】上記の方法で作製したAl板を接合したセラミック配線基板に対して以下の評価を行なった。まず、X線透過装置でAl板下のボイド率(接合面積5mm $\square$ 当りのボイド面積率)を評価した。次に、Al板を垂直に引張り、Al板が基板から剥がれるまでの接合強度を評価した。

【0028】図4は、セラミック絶縁基板の表面粗さ(Ra)とAl板の接合強度との関係を示し、Alからなる金属層の厚みによる変化も合わせて評価したものである。

【0029】図4によれば、Al金属層の厚み0.5~10 $\mu$ mで良好であって、セラミック絶縁基板表面の表面粗さ(Ra)が0.05 $\mu$ mから急激に接合強度が向上し、Raが1 $\mu$ m以上では接合強度があまり変化しないことがわかる。しかし、Al金属層の厚みが12 $\mu$ mとなると、接合強度が低くなり、特にセラミック絶縁基板の表面粗さがRa6 $\mu$ mよりも小さいと著しい強度低下が観られた。

【0030】図5は、ろう材からなる接合層中のボイド

率とAl金属層の厚みとの関係を示し、合わせてセラミック絶縁基板の表面粗さによる変化も合わせて評価したものである。図5によれば、絶縁基板の表面粗さRaが12.0 $\mu$ mの場合、金属層の厚みを変えてもボイド率を効果的に減少させることができず、Al金属層の厚みを5 $\mu$ mとしても19%のボイド率を有するものであった。

【0031】また、Al金属層の厚みが0.5 $\mu$ mでは、表面粗さに関係なく、ボイド率が20%以上であった。つまり、表面粗さRa0.05~10 $\mu$ m、Al蒸着厚み1~10 $\mu$ mの条件で、ボイド率を17%以下に減少することができた。

##### 【0032】実施例2

実施例1と同様にしてセラミック絶縁基板を作製した。そして、この金属板を接合するセラミック絶縁基板表面を、ブラストと研磨加工を行ない、表面粗さ(Ra)が3.0 $\mu$ mの基板を作製した。

【0033】その後、セラミック絶縁基板の金属板接合箇所に、めっき法によって厚さが2.0 $\mu$ mのCuからなる金属層を形成した。そして、このCuの金属層の上にAgCuろうを介して、厚さ0.3mm、10mm $\square$ のCu板を真空雰囲気中850℃で熱処理し、接合した。

【0034】上記の方法で作製したCu板を接合したセラミック配線基板に対して実施例1と同様にして評価した。その結果、ボイド率は10%であり、接合強度も35(N/5mm $\square$ )と高い強度を示した。

【0035】これに対して、Cu金属層を形成することなく、AgCuろう材によってCu板を接合したところ、接合強度は9(N/5mm $\square$ )と低いものであった。

##### 【0036】

【発明の効果】以上詳述した通り、本発明のセラミック絶縁基板によれば、金属板と接合するセラミック絶縁基板表面の表面粗さおよびろう材との濡れ性に優れた金属層の厚みを制御することによって、ろう材の濡れ性に優れ、接合層中のボイドが低減し、金属板を強固に接合することができる。これらの結果、電氣的接続や熱伝導性が良好な金属板とセラミック絶縁基板の接合が可能となる。よって大電流化に適応し得る信頼性に優れた、例えば、車載環境のような厳しい環境下においても故障することなく稼働させることが可能となる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のセラミック配線基板の一実施例を示す斜視図である。

【図2】本発明のセラミック配線基板の一実施例を示す断面図である。

【図3】本発明のセラミック配線基板における金属板の接合部を示す拡大断面図である。

【図4】金属板の接合強度、セラミック絶縁基板の表面

10

20

30

40

50

粗さ、及び金属層厚みの関係を示すグラフである。

【図5】ボイド率、セラミック絶縁基板の表面粗さ、及び金属層厚みの関係を示すグラフである。

【符号の説明】

A セラミック配線基板

1 セラミック絶縁基板

2 配線層（金属板）

3 金属層

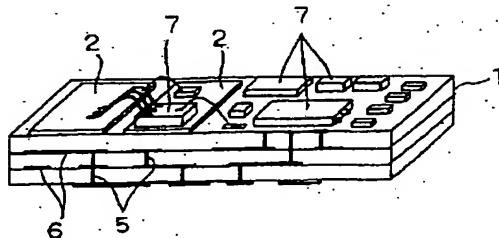
4 接合層（ろう材）

5 ビアホール導体

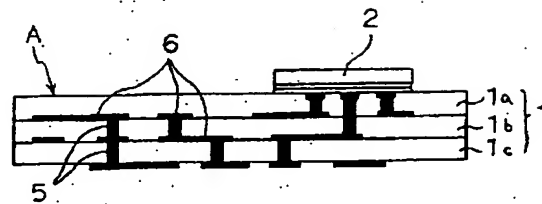
6 内部配線層

7 電子部品

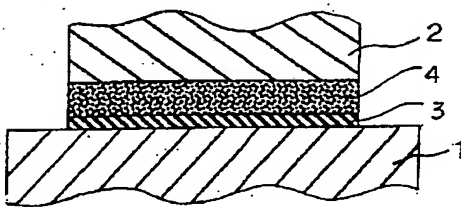
【図1】



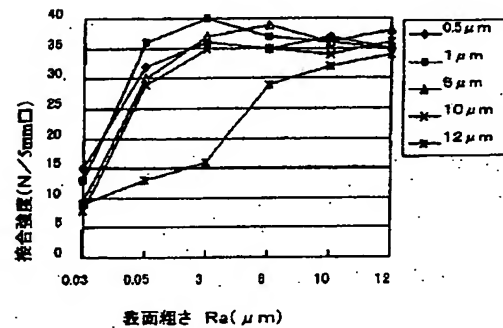
【図2】



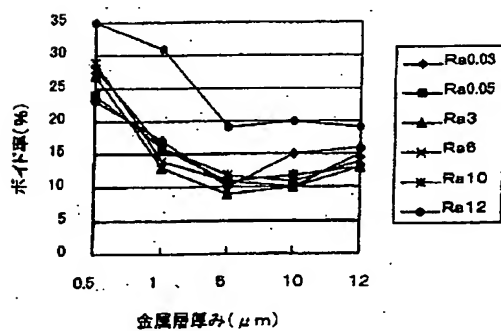
【図3】



【図4】



【図5】





**THIS PAGE BLANK (USPTO)**